



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.241142

DETERMINATION OF GRANULE (PRILL) MOVEMENT MODES IN THE PRILLING TOWER FOR MINERAL FERTILIZER PRODUCTION

pages 6–9

Maksym Skydanenko, PhD, Senior Lecturer, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, e-mail: m.skydanenko@pohnp.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-3811-8154>

Vsevolod Sklabinskyi, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9388-5861>

Al-Khyatt Muhamad Nadhem, PhD, Senior Engineer, The General Directorate Education of Iraq, Baghdad, Iraq, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4284-8125>

Kostiantyn Nichvolodin, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1055-0722>

The object of research is the mode of movement of the granules of mineral fertilizers obtained in the towers. The subject of research is the effect of the physical and chemical properties of granules, their size and initial hydrodynamic parameters on the speed of movement of the granules in the tower. The fertilizer industry is characterized by high requirements for the production of mineral fertilizers, which makes it promising to use granulation plants of large unit capacity, tower production. The resulting product must have a stable physical and chemical composition, be monodisperse with a spherical shape of granules, which allows long-term storage in bulk without the use of auxiliary equipment and meet international quality standards. The main granulation equipment that is used in the tower production of mineral fertilizers is spray type granulation equipment. In such towers, there is a likelihood of crossing pellet flares, getting pellets into the walls of the pelletizing tower and adhesion of the melt on this surface in industrial conditions, which leads to negative consequences. Therefore, the determination of the modes of motion of granules is still important. Methods of mathematical modeling of the movement of granules under different conditions were used in the work. Numerical methods were used to solve the equations of differential equations. As a result, an equation was obtained to determine the speed components along the x and y axes. The calculation of the horizontal speed of the granule and the determination of the time of its movement in the working area of the prilling tower makes it possible to determine the length of the granule path in this direction, to determine the diameter of the spray torch of the granules. Provides information on preventing the ingress of granules into the walls of the prilling tower and adhesion of the melt on this surface in industrial conditions, which leads to negative consequences. The magnitude of the speed, especially for the vertical component, changes its value several times over time due to a change in the mode of motion of the

granules when moving from the granulator down the tower. This indicates the need to also take into account the change in the value of the resistance coefficient over time. When deriving the equations, simplifications were used, and the motion of a solid granule was considered. However, a drop begins to move from the granulator (dispenser), which then crystallizes into a granule. Comparing the obtained results, allowing to predict by calculation the behavior of the spray plume of granules, with the initial ones obtained in industrial conditions, it is possible to conclude that the error of the equations obtained is 10.5 %. Therefore, work on improving the obtained equations describing the mode of motion (speed) of the granules will be continued.

Keywords: granulation, rotating vibrating granulator, monodispersity, ammonium nitrate, drag coefficient, nitrogen fertilizers.

References

1. Cheblanov, N. V. Sergeev, Iu. A., Soldatov, A. V. (2010). Prilirovannii i granulirovannii karbamid: svoistva i perspektivy. *Evrasiiskii khimicheskii rynok*, 9, 26–33.
2. Taran, A. L., Dolgalev, E. V., Taran, Iu. A. (2006). Algoritm rascheta forsunochnogo granulirovannogo dlia proizvodstva izvestkovo-ammiachnoi selitry v bashniakh. *Vestnik MITKHT*, 1 (3), 42–46.
3. Skydanenko, M. S., Sklabynskyi, V. Y., Kononenko, N. P. (2014). Yssledovanye protsessy ystecheniya struy zhydkosti yz otverstiya perforirovannoi obolochky pryllera. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut»*. Seriya: Novi rishennia suchasnykh tekhnolohiiakh, 26 (1069), 186–192.
4. Kazakova, E. A. (1973). *Granulirovaniye i okhlazhdeniye v apparatakh s kipiashchim sloem*. Moscow: Khimiya, 152.
5. Gezerman, A. O., Corbacioglu, B. D. (2011). A New Approach to Cooling and Prilling during Fertilizer Manufacture. *International Journal of Chemistry*, 3 (2), 158–168. doi: <http://doi.org/10.5539/ijc.v3n2p158>
6. Kholin, B. G. (1977). *Tsentrobezhnyye i vibratsionnyye granulirovannyye plavov i raspyliteli zhidkosti*. Moscow: Mashinostroeniye, 182.
7. Skydanenko, M., Sklabinskyi, V., Saleh, S., Barghi, S. (2017). Reduction of Dust Emission by Monodisperse System Technology for Ammonium Nitrate Manufacturing. *Processes*, 5 (4), 37. doi: <http://doi.org/10.3390/pr5030037>
8. Ushakov, S. G., Zverev, N. I. (1974). *Inertsionnaya separatsiya pyli*. Moscow: Energiya, 168.
9. Romankov, P. G., Kurochkina, M. I. (1982). *Gidromekhanicheskie protsessy khimicheskoi tekhnologii*. Leningrad: Khimiya, 288.
10. Green, D., Southard, M. Z. (2018). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw-Hill Education, 2272.
11. Bird, R. B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. N. (2006). *Transport Phenomena*. John Wiley & Sons, Inc., 905.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242865

INFLUENCE OF THE FIRING TEMPERATURE ON THE DIELECTRIC PROPERTIES OF CERAMICS BASED ON BARIUM TITANATE

pages 10–13

Georgiy Lisachuk, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and

Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7157-9115>

Ruslan Kryvobok, PhD, Senior Researcher, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: krivobok491@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2334-4434>

Artem Zakharov, PhD, Senior Researcher, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0120-8263>

Valentyna Voloshchuk, Postgraduate Student, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2120-3088>

Mykyta Maistat, Postgraduate Student, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1875-3946>

Dmytro Hlinskyi, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5428-2961>

Bohdan Kolovorotnyi, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6164-9522>

The object of the research is the firing temperature of ceramic materials based on barium titanate. In laboratory conditions, barium titanate was synthesized from raw materials of barium carbonate and titanium dioxide using ceramic technology, taking into account the stoichiometric composition of the compound. In order to study the effect of the firing temperature on the properties of the ceramic material, three temperatures were selected: 1270, 1300, and 1350 °C. The physical properties of the samples (imaginary density, water absorption, open porosity) were determined by the method of hydrostatic weighing in water. The samples were saturated with water after their preliminary evacuation. The dielectric characteristics of the obtained materials were measured on an E7-8CLR automated device (Ukraine) at a frequency of 1 kHz. The structural and morphological features of ceramics based on synthesized barium titanate were investigated by direct scanning electron microscopy and X-ray phase analysis. On the basis of the complex of studies carried out, the technological parameters of the production of ceramics were selected. Thus, the duration of grinding at the first and second stages is 10 and 30 minutes; moisture content of the press powder – 8 %; pressing pressure – 20 MPa; temperature of the first firing – 1000 °C; temperature of the second firing – 1350 °C. The regularity of the change in the

dielectric constant on the firing temperature of ceramics based on barium titanate was established. The investigated samples, obtained according to the given technological regime, are characterized by the following indicators: dielectric constant – 259.9; open porosity – 0.02 %; water absorption – 0.01 %; imaginary density – 5.45 g/cm³. The resulting material can be used to create composite ceramic materials that protect biological and technical objects from the effects of electromagnetic radiation, and can also be used to create new functional materials for space, aerospace, electronic engineering and medicine.

Keywords: ceramic technology, semi-dry pressing, thermal sintering, dielectric constant, imaginary density, open porosity.

References

1. Shevel', D. M. (2002). *Elektromagnitnaya bezopasnost'*. Kyiv: Vek+, NTI, 432.
2. Davydov, B. I., Tikhonchuk, V. S., Antipov, V. V.; Grigor'yev, Yu. G. (Ed.) (1984). *Biologicheskoye deystviye, normirovaniye i zashchita ot elektromagnitnykh izlucheniy*. Moscow: Energoatomizdat, 176.
3. Minin, B. A. (1974). *SVCH i bezopasnost' cheloveka*. Moscow: Sovetskoye radio, 352.
4. Ivanov, V. H., Dziundziuk, B. V., Oleksandrov, Yu. M. (1994). *Okhrona pratsi v elektroustanovkakh*. Kyiv: AT Oko, 227.
5. Nefedova, A. L., Sakhatskiy, V. D., Al'-Kheyari, A., Nefedov, L. I. (1999). Analiz metodov i sredstv zashchity ot elektromagnitnykh poley. *Naukovyy visnyk budynytstva*, 8, 193–202.
6. Krylov, V. A., Yuchenkova, T. V. (1972). *Zashchita ot elektromagnitnykh izlucheniy*. Moscow: Sovetskoye radio, 216.
7. Lisachuk, G. V., Kryvobok, R. V., Lapuzina, O. M., Maistat, M. S., Kryvobok, N. A., Voloshuk, V. V., Gusarova, I. O. (2018). To the Problem of the Creation of High-Temperature Radio-Absorbing Composite Ceramic Materials. *2018 IEEE 8th International Conference Nanomaterials: Application & Properties (NAP)*. IEEE, 1–4. doi: <https://doi.org/10.1109/nap.2018.8914804>
8. Balkevich, V. L. (1984). *Tekhnicheskaya keramika*. Moscow: Stroyizdat, 256.
9. Acosta, M., Novak, N., Rojas, V., Patel, S., Vaish, R., Koruza, J., Rossetti, G. A., Jr., Rödel, J. (2017). BaTiO₃-based piezoelectrics: Fundamentals, current status, and perspectives. *Applied Physics Reviews*, 4 (4), 041305. doi: <https://doi.org/10.1063/1.4990046>
10. Hossain, Md. S., Das, S. K., Moniruzzaman, Md., Hakim, M. A., Basith, M. A. (2021). Frequency and temperature dependent electric polarization, relaxation, and transport properties of Mo and W doped BaTiO₃. *Results in Physics*, 30, 104873. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2021.104873>
11. Puli, V. S., Li, P., Adireddy, S., Chrisey, D. B. (2015). Crystal structure, dielectric, ferroelectric and energy storage properties of La-doped BaTiO₃ semiconducting ceramics. *Journal of Advanced Dielectrics*, 05 (03), 1550027. doi: <https://doi.org/10.1142/s2010135x1550027>
12. Lisachuk, G. V., Ved, M. V., Krivobok, R. V., Zakharov, A. V., Voloshchuk, V. V., Maistat, M. S. (2020). Development technology of electrical conductance ceramics. *Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work*, 6 (1360), 12–16. Available at: <http://idnrs.khpi.edu.ua/article/view/2220-4784.2020.06.02>
13. GOST 22372–77. *Materialy dielektricheskoye. Metody opredeleniya dielektricheskoy pronitsayemosti i tangensa ugla dielektricheskikh poter' v diapazone chastot ot 100 do 5·10⁶ Gts*. (1977). Moscow: Izdatel'stvo standartov, 18.

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.239112

ANALYSIS OF THE EXPERIMENTAL BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM

pages 14–16

Nataliia Tiron-Vorobiova, PhD, Associate Professor, Department of General Scientific Disciplines, Danube Institute of National University «Odessa Maritime Academy», Izmail, Odessa region, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8269-2682>

Anatoliy Danyliyan, Senior Lecturer, Department of Ships Power Plants and Systems, Danube Institute of National University «Odessa Maritime Academy», Izmail, Odessa region, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9468-2756>

The object of research is the experimentally created model of the accompanying ballast water treatment systems (BWTS) at the Danube Institute of the National University «Odessa Maritime Academy». (Izmail, Odessa region, Ukraine). The study is aimed at assessing the compliance of ballast water quality standard D-2 ballast water operational cycles by disinfection and purification. One of the most problematic places of the presented research is the renewal (acquisition) of a separate node segmentation of the experimental BWTS with attraction of certain material support (investment). In particular, it is the scaling of BWTS, presentation in the state market of Ukraine, abroad (competition), qualitative assessment, certification at the level of the Ukrainian Sea Ports Administration (USPA), the register of maritime shipping.

Elimination of the above «problem-tasks» will contribute to the collective research support, opinion and effective steps of professionals-researchers, in particular, in the maritime industry (experts IMO – International Maritime Organization, professors, academicians TAS – Transport Academy of Sciences). Also, compatible contribution of significant research results to separately oriented projects (European, Ukrainian) with attraction of investors, mentors, maritime industry business.

The research used modern practices of design of such accompanying BWTS, referring to innovative methods, methodologies of global production of such structures of famous world brands, for example, Alfa Laval, Wartsila, OceanSaver, Hyde Marine, Industrie de Nora, etc. Researchers have qualitatively and consistently studied the generally accepted series of technological processes for ballast water treatment, observing classical according to the analytical review of literature sources and in the modern coverage (state) of similar stages of ballast water decontamination/cleaning.

Qualitative expression of the received result is a number of conducted researches of disinfection/purification of sea outboard water in laboratory conditions on experimental BWTS. Thanks to the latter the reliability of the presented data is provided, which coincide (are identical) with trustworthy, established by the BW quality standard D-2, that are specified in discussion and conclusion of the given work.

Keywords: marine industry, ballast water, IMO Convention, D-2 standard, associated ballast water management systems.

References

1. Anonymous (2004). *International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments*. BWM/CONF/36:38. London: IMO.
2. Anonymous (2005). *Guidelines for approval of ballast water management systems (G8)*. Annex 3. MEPC. 125(53). London: IMO.
3. ClassNK (2021). *Latest Information of Approval of Ballast Water Management System (G8 MEPC174 (58))*. Available at: https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/approval_ballast_e.pdf
4. Tsolaki, E., Diamadopoulos, E. (2010). Technologies for ballast water treatment: a review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 85 (1), 19–32. doi: <http://doi.org/10.1002/jctb.2276>
5. Tiron-Vorobiova, N. B., Danyliyan, A. H., Chymshyr, V. I., Maslov, I. Z., Naydyonov, A. I., Romanovska, O. R. (2020). Scientific Impact on The Fighting Invasive Species in the Ballast Water of Seagoing Vessels. *36th IBIMA Conference*. Granada, 10533–10538. Available at: <https://ibima.org/accepted-paper/scientific-impact-on-the-fighting-invasive-species-in-the-ballast-water-of-seagoing-vessels/>
6. SanPiN 4630-88. *Sanitarnye pravila i normy okhrany poverkhnostnykh vod ot zagriazneniia (status: zamenen, data aktualizatsii: 01.02.2020)*. Available at: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294853/4294853854.htm>
7. HD 2-030101-030. *Rukovodstvo po primeneniuiu trebovaniui mezh-dunarodnoi konventsii o kontrole sudovykh ballastnykh vod i osadkov i upravleniui imi 2004 goda* (2017). Saint Petersburg. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293746/4293746524.pdf>
8. *Primenenie vysokovoltnykh istochnikov pitaniia v elektrogidravlicheskom effekte Iutkina*. Available at: <http://bourabai.kz/physics/yutkin.htm>
9. Tiron-Vorobiova, N. B., Danyliyan, A. H., Maslov, I. Z., Romanovska, O. R. (2020). Elektrokoronnyi rozriad dlia znezazhennia i ochyshchennia balastovykh vod vidpovidno mizhnarodnykh vymoh standartu D-2 IMO. *Stalyi rozvytok: zakhyst navkolysnogo seredovyscha. Enerhooshchadnist. Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. Lviv: Zakhidno-Ukrainskyi Konsal'tynh Tsentru (ZUKTs), TzOV, 74. Available at: <http://science.lpnu.ua/uk/ekokongres-2020>
10. USCG (2012). *Standards for Living Organisms in Ships' Ballast Water Discharged in U.S. Waters (Final Rule)*. RIN 1625-AA32. D. o. H. S. (DHS). *Federal Register*. 33 CFR 151: 17253-17320. Washington.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242811

REMOVAL OF CHROMIUM (VI) IONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS

pages 17–20

Tetiana Obushenko, Senior Lecturer, Department of Technology of Inorganic Substances, Water Purification and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: tio1963@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0731-0370>

Nataliia Tolstopalova, PhD, Associate Professor, Department of Inorganic Substances and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7240-5344>

Mariia Chyrieva, Department of Inorganic Substances and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0821-7787>

The object of the research is the flotoextraction of chromium (VI) ions from model and real waste waters. Hexavalent chromium compounds pose a serious hazard to surface and ground waters and can have mutagenic and carcinogenic effects on living organisms. The study of the process of flotoextraction as a method of purifying waste water from heavy metals using the example of chromium (VI) ions is an important task. The paper considers flotoextraction of chromium (VI) ions using a cationic surfactant – hexadecylpyridinium chloride and butyl alcohol as the organic phase. The dependences of the process efficiency on the presence of a cationic surfactant, the flotoextraction time, the type of organic extractant, the nature of the collector and the surfactant: Cr molar ratio, the initial concentration of pollutants, and the pH of the initial solution were obtained. Certain rational conditions for flotation allow removing 98–99.6 % of pollutants. The method was tested on real wastewater.

The importance of this study is emphasized by the fact that flotoextraction has a number of features and advantages. In particular, the possibility of multiple concentration of pollutant ions in small volumes of an organic solvent and the possibility of its further regeneration. In this case, a much smaller amount of an organic solvent is used and the process is not limited by the distribution constant (compared to the extraction method). Flotoextraction is also characterized by the absence of foam (compared to the flotation method) and the absence of large amounts of wet sludge (compared to the reagent method). The proposed method provides a sufficient level of chromium ions removal from wastewater, and can also be used in systems for local wastewater treatment with the subsequent return of water to the technological process. This will ensure a reduction in costs for the consumption of water resources, discharge of wastewater into water bodies, and also limit the ingress of harmful substances into the environment.

Keywords: chromium (VI) ions, flotoextraction wastewater treatment, hexadecylpyridinium chloride, butyl alcohol.

References

1. Fenti, A., Chianese, S., Iovino, P., Musmarra, D., Salvestrini, S. (2020). Cr(VI) Sorption from Aqueous Solution: A Review. *Applied Sciences*, 10 (18), 6477. doi: <https://doi.org/10.3390/app10186477>
2. Gupta, S., Babu, B. V. (2009). Removal of toxic metal Cr(VI) from aqueous solutions using sawdust as adsorbent: Equilibrium, kinetics and regeneration studies. *Chemical Engineering Journal*, 150 (2–3), 352–365. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2009.01.013>
3. Cavaco, S. A., Fernandes, S., Quina, M. M., Ferreira, L. M. (2007). Removal of chromium from electroplating industry effluents by ion exchange resins. *Journal of Hazardous Materials*, 144 (3), 634–638. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.01.087>
4. Bhatti, M. S., Reddy, A. S., Thukral, A. K. (2009). Electrocoagulation removal of Cr(VI) from simulated wastewater using response surface methodology. *Journal of Hazardous Materials*, 172, (2–3), 839–846. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.07.072>
5. Lu, Y., Zhu, X. (2001). Solvent Sublation: Theory and Application. *Separation and Purification Methods*, 30 (2), 157–189. doi: <https://doi.org/10.1081/spm-100108158>
6. Bi, P., Dong, H., Dong, J. (2010). The recent progress of solvent sublation. *Journal of Chromatography A*, 1217 (16), 2716–2725. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.11.020>
7. Walkowiak, W. (2007). Ion flotation and solvent sublation of cobalt cyanide complexes. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 30 (1), 611–619. doi: <https://doi.org/10.1002/jctb.503300180>
8. Lu, Y. J., Liu, J. H., Xiong, Y., Zhu, X. H. (2003). Study of a mathematical model of metal ion complexes in solvent sublation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 263 (1), 261–269. doi: [https://doi.org/10.1016/s0021-9797\(03\)00192-9](https://doi.org/10.1016/s0021-9797(03)00192-9)
9. Obushenko, T. I., Astrelin, I. M., Tolstopalova, N. M., Varbanets, M. A., Kondratenko, T. A. (2008). Wastewater treatment from toxic metals by flotoextraction. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 30 (4), 241–245. doi: <https://doi.org/10.3103/s1063455x08040073>
10. Astrelin, I. M., Obushenko, T. I., Tolstopalova, N. M., Tarhonska, O. O. (2013). Teoretychni zasady ta praktyczne zastosuvannia flotoekstraksii: ohliad. *Voda i vodoochysni tekhnologii*, 3, 3–23.
11. Nabyvanets, B. Y., Sukhan, V. V., Kalabina, L. V. (1996). *Analitychna khimiia pryrodnoho seredovyshcha*. Kyiv: Lybid, 304.

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242280

DETERMINATION OF COMMODITY CHARACTERISTICS OF EMULSION BASED ON LOW-METHOXYLATED PECTIN FOR DISHES OF THE «EAT HEALTHY» SYSTEM IN THE RESTAURANT SERVICE

pages 21–25

Tatiana Nikitchina, PhD, Associate Professor, Department of Bioengineering and Water, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, e-mail: nikitchinati@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1034-3483>

Tatiana Manoli, PhD, Associate Professor, Department of Meat, Fish and Seafood Technology, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9121-9232>

Tetiana Lebedenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Hotel and Catering Business, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8385-4674>

Viktoriia Kozhevnikova, PhD, Associate Professor, Department of Hotel and Catering Business, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2275-7437>

The object of research is emulsions based on low-methoxylated apple pectin for dishes of the «Eat Healthy» system in the restaurant industry. The subject of the research is the commodity characteristics of emulsions for dishes of the «Eat Healthy» system. In the course of the study, methods were

used to determine commodity characteristics based on sensory and physicochemical analysis. The proposed ingredient composition of emulsions based on low-methoxylated apple pectin makes it possible to form not only high consumer qualities, but also to provide the target product with functional health properties. The sorption activity of pectin makes it possible to bind and remove heavy metals, radionuclides from the body; removal of strontium isotopes has a high activity. As a highly hydrophilic, biocompatible biopolymer of plant origin, it provides a high viscosity of the structure at low concentrations, has a pronounced neutral, pleasant sour taste. Low-methoxylated apple pectin is one of the most common hydrocolloids, which is used in the technology of products with therapeutic, prophylactic, sorption, bactericidal properties. In addition, low-methoxylated pectin substances are a harmless and economical material, and can be considered as an alternative to antibiotics and synthetic preservatives to prevent bacterial spoilage and extend the shelf life of health food for public catering with high consumer properties. The influence of the technological properties of low-methoxylated pectin in the formation of commodity characteristics for food products based on emulsions in healthy food products of restaurant establishments of different styles and concepts has been determined. Samples of food emulsions were studied using different amounts of low-methoxylated pectin as a stabilizer to obtain a sedimentation-stable emulsion system. The use of low-methoxylated apple pectin in the composition of food emulsions increases the aggregate stability of the product, functional and merchandising characteristics. On the basis of a complex quality indicator, the optimal parameters of the emulsion formulation were determined. High-quality consumer characteristics are ensured due to the size of uronic particles up to 0.78–0.81 μm in size.

Keywords: commodity characteristics, complex organoleptic indicators, healthy nutrition, low-methoxylated apple pectin, food emulsions.

References

- Anistratenko, T. I. (2007). *Hihiena kharchuvannia z osnovamy nutritsiolohiyi*. Knyha 1. Kyiv: Medytsyna, 528.
- Moreau, L., Kim, H.-J., Decker, E. A., McClements, D. J. (2003). Production and Characterization of Oil-in-Water Emulsions Containing Droplets Stabilized by β -Lactoglobulin-Pectin Membranes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (22), 6612–6617. doi: <https://doi.org/10.1021/jf034332+>
- Tkachenko, N., Makovska, T. (2015). Low-calorie mayonnaise production technology enriched with synbiotic complex by using batch method. *Journal of Food Science and Technology*, 9 (4), 74–81. doi: <https://doi.org/10.15673/2073-8684.4/2015.55876>
- Yushchenko, N. M., Belemets, T. O. (2015). Kupazhi oliy – perspektyvne dzherelo polinenasychenykh zhyrnykh kyslot dlia molochnoi promyslovosti. *Suchasni napriamky tekhnolohiyi ta mekhanizatsiyi protsesiv pererobnykh i kharchovykh vyrobnytstv: Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 166, 192–198. Available at: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/26204/1/Tetiana.pdf>
- Kpodo, F. M., Agbenorhevi, J. K., Alba, K., Oduro, I. N., Morris, G. A., Kontogiorgos, V. (2018). Structure-Function Relationships in Pectin Emulsification. *Food Biophysics*, 13 (1), 71–79. doi: <https://doi.org/10.1007/s11483-017-9513-4>
- Slipchenko, A. O., Shtonda, O. A. (2012). Zastosuvannia hidrokolidiv u kharchovykh systemakh. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohiy im. Gzhytskoho*, 14 (2 (3)), 271–274. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2012_14_2\(3\)_53](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2012_14_2(3)_53)
- Ngouémazong, E. D., Christiaens, S., Shpigelman, A., Van Loey, A., Hendrickx, M. (2015). The Emulsifying and Emulsion-Stabilizing Properties of Pectin: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14 (6), 705–718. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12160>
- Pyvovarov, P. P., Kovalenko, A. A., Mykhailov, V. M., Neklesa, O. P. (2010). Tekhnolohichni aspekty stvorennia produktsiyi z emulsiynoiu strukturoiu na osnovi stabilizatsiynykh system z vykorystanniam ionotropnykh polisakharydiv. *Prohresyeni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 2, 107–114. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2010_2_19
- Guo, X., Zhao, W., Pang, X., Liao, X., Hu, X., Wu, J. (2014). Emulsion stabilizing properties of pectins extracted by high hydrostatic pressure, high-speed shearing homogenization and traditional thermal methods: A comparative study. *Food Hydrocolloids*, 35, 217–225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.05.010>
- Pogarska, V., Pavlyuk, R., Dudnyk, E., Kotuyk, T., Pogarskyi, A. (2018). Innovative technologies of healthy saucedressings with the use of cryoadditives from spicy vegetables without synthetic components. *Prohresyeni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 1, 134–147. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2018_1_12
- Verkempinck, S. H. E., Kyomugasho, C., Salvia-Trujillo, L., Denis, S., Bourgeois, M., Van Loey, A. M. et. al. (2018). Emulsion stabilizing properties of citrus pectin and its interactions with conventional emulsifiers in oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*, 85, 144–157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.014>
- Simakhina, G., Naumenko, N. (2015). Innovations in food technologies. *Tovary i rynky*, 1, 189–201.
- Ciriminna, R., Meneguzzo, F., Delisi, R., Pagliaro, M. (2017). Olive Biophenols as New Antioxidant Additives in Food and Beverage. *ChemistrySelect*, 2 (4), 1360–1365. doi: <https://doi.org/10.1002/slct.201601900>
- Saavedra Isusi, G. I., Weilandt, M., Majollari, I., Karbstein, H. P., van der Schaaf, U. S. (2021). Emulsions stabilised with pectin-based microgels: investigations into the effect of pH and ionic strength on emulsion stability. *Food & Function*, 12 (16), 7227–7238. doi: <https://doi.org/10.1039/d1fo00891a>
- Choni, I. V. (2009). Rozrobka tekhnolohiyi pokhidnykh souviv na osnovi sousiv zakusochnykh. *Vestnik Nac. tekhn. un-ta «KhPI»*. *Novye resheniya v sovremennykh tekhnologiyah*, 15, 115–119.
- Choni, I., Sutkovych, T. (2015). Use of natural stabilizers in technology emulsion products. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli*, 1, 54–59.
- Lett, A. M., Norton, J. E., Yeomans, M. R. (2016). Emulsion oil droplet size significantly affects satiety: A pre-ingestive approach. *Appetite*, 96, 18–24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.043>
- Schmidt, U. S., Koch, L., Rentschler, C., Kurz, T., Endreß, H. U., Schuchmann, H. P. (2014). Effect of Molecular Weight Reduction, Acetylation and Esterification on the Emulsification Properties of Citrus Pectin. *Food Biophysics*, 10 (2), 217–227. doi: <https://doi.org/10.1007/s11483-014-9380-1>
- Barysheva, Y., Glushkov, O., Manoli, T., Nikitchina, T., Bezusov, A. (2017). Substantiation of hot smoking parameters based on sensory researches in hot fish marinades technology in the jelly pouring. *EUREKA: Life Sciences*, 5, 33–38. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2017.00420>
- Rodina, T. G. (2004). *Sensorniy analiz prodovol'stvennykh tovarov*. Moscow: Akademiya, 208.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242162

IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR PRODUCING COMFITURES FROM FRUIT RAW MATERIALS

pages 26–28

Aleksey Zagorulko, PhD, Associate Professor, Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1186-3832>

Oleksander Cherevko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Processes and Equipment Food and Hospitality-Restaurant Industry named after M. Belaev, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3424-8659>

Andrii Zahorulko, PhD, Associate Professor, Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7768-6571>, e-mail: zagorulkoAN@hduht.edu.ua

Marina Yancheva, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Meat Technology, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6143-529X>

Mariana Bondar, Assistant, Department of Food Technologies and Microbiology, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8154-0612>

Svetlana Dudnyk, Assistant Professor, Department of Hotel, Restaurant and Resort Industry, Higher Educational Institution of Ukoopsilka «Poltava University of Economics and Trade», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8228-7276>

The object of research is the method of production of confiture from fruit and vegetable raw materials. The production of confiture using traditional technologies is characterized by the loss of physiologically functional ingredients of raw materials. Such losses can reach up to 60 % of the initial amount, depending on the temperature regime and the duration of heat treatment. A negative factor in the storage of ready-made confitures is sugar crystallization. Equipment for the implementation of traditional processes of processing fruits and vegetables is characterized by high productivity, low efficiency and operational difficulties.

Boiling in the traditional way is carried out at high-temperature conditions, which leads to a decrease in the content of functionally physiological ingredients and the nutritional value of the resulting confitures. In the production of confiture on the basis of fruit and vegetable raw materials, the following recipe ratio of components was used: apple – 60 %; Jerusalem artichoke – 25 %; cornelian cherry – 15 %. The improved method is characterized by gentle heat exchange operations, in particular: drying is carried out in an infrared dryer at a temperature of 40–50 °C to a dry matter content of 30–40 %. And also by further boiling of the mass in a vacuum evaporator based on a flexible film resistive radiating electric heater (FFRREH) at 50–60 °C. The use of inverted syrup in the recipe during boiling prevents sugar crystallization during storage of the finished product. Comparative analysis of the heating kinetics of confiture from fruit and vegetable

raw materials confirms the reduction in the duration of reaching the stationary mode (55 °C) when using a vacuum evaporator based on FFRREH by 1.6 times, compared with an analog apparatus. Such a hardware-constructive solution will ensure a decrease in the consumption of energy resources with a simultaneous increase in the quality characteristics of products.

Keywords: confiture production, drying in an infrared dryer, fruit and vegetable raw materials, mass boiling, vacuum evaporator.

References

1. Del Río-Celestino, M., Font, R. (2020). The Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Foods*, 9 (3), 369. doi: <https://doi.org/10.3390/foods9030369>
2. Bogatyrev, A. N., Pryanichnikova, N. S., Makeeva, I. A. (2017). Natural food – health of the nation. *Pischevaya promyshlennost'*, 8, 26–29. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/naturalnye-produkty-pitaniya-zdorovie-natsii>
3. Percival, S. S. (2011). Nutrition and Immunity. *Nutrition Today*, 46 (1), 12–17. doi: <https://doi.org/10.1097/nt.0b013e3182076fc8>
4. Golubtsova, Y. V., Prosekov, A. Y., Moskvina, N. A. (2019). Identification of fruits and berries raw materials in multi-component food systems. *Dairy Industry*, 3, 28–29. doi: <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2019-3-28-29>
5. Kupin, G. A., Pershakova, T. V., Gorlov, S. M., Victorova, E. P., Matvienko, A. N., Velikanova, E. V. (2017). Investigation of the influence of fruit treatment with electromagnetic fields of extremely low frequency and bio-preparations on the loss of biologically active substances in the process of storing. *Scientific Journal of KubSAU*, 132. doi: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-132-087>
6. Sukhenko, Yu. H., Mushtruk, M. M., Sarana, V. V.; Sukhenko, Yu. H. (Ed.) (2017). *Zabezpechennia dohovichnosti obladdannia kharchovykh i pererobnykh pidpriemstv*. Kyiv: TsP «KOM-PRYNТ», 462.
7. Gayazova, A. O., Prohas'ko, L. S., Popova, M. A., Lukinyh, S. V., Asenova, B. K. (2014). Ispol'zovanie vtorychnogo i rastitel'nogo syr'ya v produktah funktsional'nogo naznacheniya. *Molodoy ucheniy*, 19, 189–191.
8. Derevitskaya, O. K., Dydykin, A. S., Ustinova, A. V., Aslanova, M. A. (2016). New standards for canned baby food. *Pischevaya promyshlennost'*, 1, 22–25.
9. Zagorulko, A., Zahorulko, A., Kasabova, K., Chervonyi, V., Omelchenko, O., Sabadash, S. et. al. (2018). Universal multifunctional device for heat and mass exchange processes during organic raw material processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (96)), 47–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148443>
10. Cherevko, A., Kiptelaya, L., Mikhaylov, V., Zagorulko, A., Zagorulko, A. (2015). Development of energy-efficient IR dryer for plant raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (8 (76)), 36–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.47777>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.241149

INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF THE «GELAMIL» SERIES STARCHES IN THE TECHNOLOGY OF MASHED SOUPS

pages 29–32

Svitlana Andrieieva, PhD, Associate Professor, Department of Food Technology in Restaurant Industry, State Biotechnological

University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: svetana783@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2981-481X>

Yevgen Pyvovarov, Doctor of Technical Sciences, Department of Food Technology in Restaurant Industry, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4964-1568>

The object of research is the technologies for the production of puree soups using modified starches of the «Gelamil» series. One of the main requirements for the quality of the technology of puree soups is the creation of a fluid, uniform, finely ground texture, which plays a special role in the organoleptic characteristics of this type of product. The texture of the product can be adjusted by adding liquid boiling modified starches. Starches of the «Gelamil» series are represented by potato starch with a reduced viscosity and are characterized as air-flowing gelling potato starch, that is, starch, the solution of which gives a low viscosity at high temperatures, and when solidified – a dense gel.

Hydrodynamic changes in the parameters of starch paste based on starches of the «Gelamil» series, depending on the temperature and type of starch, have been established. It was determined that starch paste based on starches of the «Gelamil» series, in comparison with native potato starch, have a low temperature of maximum viscosity from 47 ± 2 °C to 57 ± 2 °C, and thus form a paste with a viscous-flowing texture. The effective viscosity of starch paste was investigated depending on the starch content. It has been experimentally established that regulation of the starch content makes it possible to create starch paste according to different textural properties. For viscous-thinned dispersions, the starch concentration is from 1.0 to 3.0 %. For viscous-flowing dispersions having a long texture, the starch concentration is 3.5 to 5.0 %. For viscous-flowing dispersions having a short texture, the starch concentration is 5.5 to 7.0 %. For the content of native potato starch in the system of more than 5.0 %, a dense paste with a short texture is formed. It was found that for a starch paste based on starches of the «Gelamil» series, the separation of the liquid phase occurs due to 2:00 in an insignificant amount. A lot of components and model systems based on vegetable, legume purees and starch paste have been investigated. It has been determined that, depending on the type of vegetable and legume raw materials, the use of starches of the «Gelamil» series of different types and concentrations depends.

Keywords: starches of the «Gelamil» series, starch paste, effective viscosity, multicomponent model systems.

References

1. Pushka, O. S., Illychok, A., Tkachuk, Y. M., Ishchenko, T. I., Niemirich, O. V., Gavrish, A. V. et. al. (2015). Theoretical preconditions of the culinary semiproduct technology for puree first dishes. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 17 (4), 109–115.
2. Singh, R., Kaur, S., Sachdev, P. A. (2021). A cost effective technology for isolation of potato starch and its utilization in formulation of ready to cook, non cereal, and non glutinous soup mix. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15 (4), 3168–3181. doi: <http://doi.org/10.1007/s11694-021-00887-w>
3. Liu, W., Zhang, M., Adhikari, B., Chen, J. (2020). A novel strategy for improving drying efficiency and quality of cream mushroom soup based on microwave pre-gelatinization and infrared freeze-drying. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 66, 102516. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102516>
4. Sikora, M., Kowalski, S., Tomasik, P., Sady, M. (2007). Rheological and sensory properties of dessert sauces thickened by starch-xanthan gum combinations. *Journal of Food Engineering*, 79 (4), 1144–1151. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.04.003>
5. Horalchuk, A. B., Pyvovarov, P. P., Hrinchenko, O. O. (2006). *Reolohichni metody doslidzhennia syrovyny ta kharchovykh produktiv ta avtomatyzatsiia rozrakhunkiv reolohichnykh kharakterystyk*. Kharkiv: KhDUKhT, 63.
6. *Zhelirniuschie krakhmaly «Gelamil»*. Kompaniia KMS. Available at: <http://prod-eco.ru/krakhmal/gelamyl/>
7. *Seriia krokhmaliv Gelamyl*. Available at: <http://neva-k.ru/produkciya/krahmali-goryachego-nabuhaniya/seriya-gelamyl.html>
8. Andreeva, S., Kolesnikova, M., Pyvovarov, Y., Khaustova, T., Dikhtyar, A. (2019). Study of the effective viscosity of gelatinized starch dispersions, based on physically modified starches, depending on technological factors. *EUREKA: Life Sciences*, 6, 17–22. doi: <http://doi.org/10.21303/2504-5695.2019.001022>
9. Bychkova, E. S., Bychkov, A. L., Ivanov, I. V., Lomovskii, O. I., Ogienko, A. G. (2016). Development of Recipes of Cream Soups Based on Pea Proteins Hydrolyzate. Part I. Mechanoenzymatic Hydrolysis of Proteins from Pea Biomass. *Pischevaia promyshlennost*, 10, 38–42.
10. Gandhi, N., Singh, B., Sharma, S., Kapoor, S. (2018). Extrusion Process Optimization of Corn Starch to Develop Instant Vegetable Soup Mix. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7 (2), 2886–2910. doi: <http://doi.org/10.20546/ijemas.2018.702.352>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242180

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PRODUCING A HEALTHY DRINK BASED ON FERMENTED BEET JUICE

pages 33–35

Natalia Stetsenko, PhD, Associate Professor, Department of Health Food Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: stetsenkono_nuft@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6710-024X>

Iryna Goyko, PhD, Associate Professor, Department of Health Food Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1680-5087>

The object of research is a method of producing a fermented drink from natural raw materials, the consumption of which will provide the human body with probiotics, prebiotics, vitamins and antioxidants. The work used general scientific research methods, in particular, analysis and synthesis, as well as physicochemical methods for determining the composition and properties of raw materials and the finished product. Beetroot and its juice are insufficiently used in the food and processing industries, therefore this particular type of raw material has great reserves and prospects for creating health products. The work is aimed at improving the method of obtaining fermented beet juice enriched with ginger extract. For the production of the drink, the root crops of the Cylindra variety were chosen, which had a high content of dry substances and sugars, and were also characterized by a better storage capacity with minimal losses of biologically active substances. It has been established that when obtaining juice, it is advisable to process crushed

pectolytic beets with the enzyme preparation Fructocyme MA-X-Press (manufacturer Russia). This makes it possible to increase the juice yield by 14.9 %, the amount of dry matter by 2.1 % and the sugar content by 1.7 %. To ferment the juice used bacterial preparations of lacto- and bifidobacteria in the amount of 5 % by weight of raw materials. The fermentation was carried out at a temperature of 37 °C for 24 hours. It was found that when using the preparation of *B. longum* bifidobacteria, which have good stability in an acidic medium, a higher fermentation rate is achieved. To enrich the drink with substances with antioxidant properties, ginger root extract was used. The health-improving effect of the fermented drink is due to the use of exclusively natural plant materials and the use of probiotic cultures of microorganisms in the technological process, which improve the functioning of the gastrointestinal tract and are factors that stimulate the immune system.

Keywords: beetroot, beet juice, fermented juice, ginger extract, health drink.

References

1. Zhuzhukina, N. I. (2015). Osoblyvosti biznes-diyalnosti promyslovoi pererobky ovochiv ta fruktiv. *Prodovolchi resursy. Seriya: Ekonomichni nauky*, 4, 79–83.
2. Filipova, L. Yu., Rakulenko, N. A. (2012). Naukove obgruntuvannia ta vybir perspektyvnykh napriamiv pereroblennia ovochevykh ta bashannykh kultur. *Naukovi pratsi ONAKhT*, 42 (2), 59–64.
3. Kohajdová, Z., Karovičová, J., Greifová, M. (2006). Lactic acid fermentation of some vegetable juices. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45 (3), 115–119.
4. Wruss, J., Waldenberger, G., Huemer, S., Uygun, P., Lanzerstorfer, P., Müller, U. et. al. (2015). Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 46–55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.03.005>
5. Hoffman, D. J. (2020). Use of Beetroot Juice Extract for Hypertension Treatment in Low- and Middle-Income Countries. *The Journal of Nutrition*, 150 (9), 2233–2234. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa215>
6. Kayın, N., Atalay, D., Türken Akçay, T., Erge, H. S. (2019). Color stability and change in bioactive compounds of red beet juice concentrate stored at different temperatures. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (11), 5097–5106. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03982-5>
7. Yoon, K. Y., Woodams, E. E., Hang, Y. D. (2005). Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. *LWT – Food Science and Technology*, 38 (1), 73–75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.04.008>
8. Skaletska, L. F., Podpriatov, H. I., Zavadzka, O. V. (2013). *Metody doslidzhen roslinnytskoi syrovyny*. Kyiv: TsP «Kompynt», 242.
9. Skaletska, L. F., Zavadzka, O. V., Iliuk, N. A. (2015). Pidbir koreneplovdiv buriaka stolovoho riznykh sortiv dlia pererobky. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy: Seriya: Ahronomiya*, 210 (1), 261–265.
10. Klewicka, E., Zduńczyk, Z., Juśkiewicz, J. (2009). Effect of lactobacillus fermented beetroot juice on composition and activity of cecal microflora of rats. *European Food Research and Technology*, 229 (1), 153–157. doi: <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1036-x>
11. Gawkowski, D., Chikindas, M. L. (2013). Non-dairy probiotic beverages: the next step into human health. *Beneficial Microbes*, 4 (2), 127–142. doi: <https://doi.org/10.3920/bm2012.0030>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242804

ANALYSIS OF DSC (DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY) THERMOGRAMS OF MILK FAT

pages 36–39

Maltam Shamilova, PhD, Department of Ecological Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1482-7810>, e-mail: meltemshamilova@gmail.com

Sevinj Hajiyeva, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Ecological Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5084-2888>

The object of current research is the oxidation and melting properties of milk fat samples in different heating rates. One of the most problematic issues is the evaluation dependence of temperature and oxidation time regarding to heat flow, and the estimation of attitude of enthalpy values to heating rates. In order to gain a comprehensive assessment of oxidation and melting properties of milk fat samples on differential scanning calorimeter in various heating rates, it is necessary to conduct experimental studies.

The analysis was performed using the dynamic option of the differential scanning calorimetry (DSC) with the following sample heating rates: 2.5, 4, 5, 7.5, 10, 12.5, 15 °C·min⁻¹. Analyses were performed on 14 samples of milk fat, thus, for each heating rate were intended to two milk fat samples.

As a result of the analysis, in the proper heating rates increased, it was found, that the oxidation properties of milk fat depend on the heating rates on DSC examination. In the thermal DSC analysis, the start temperature (T_s) (inlet), the onset temperature (T_{on}), and the maximum heat flow-peak temperatures (T_p) of oxidation were rising gradually. All the value of oxidation increased gradually with increasing heating rate, only in the T_{end} values were chainable among all heating rates. However, the oxidation time of milk fat is inversely proportional to the various heating rates in DSC. The oxidation enthalpy was calculated according to the heating rates too. The masses of the samples differ from each other, albeit slightly, which the individuality in the value of enthalpy could be explained through this ratio and duration of exothermic. The melting point considers the important indicator to explain the purity of samples. Melting curves of extracted milk fat samples on DSC were characterized by endothermic behavior and observed with the mild peaks, the first and the second distinct peaks due to the low-melting triacylglycerols (with high unsaturated fatty acids content) and high-melting fats, which present in milk fat.

In concluded results, the characteristics of DSC oxidation curves are melting point due to the chemical structure of the fatty acids which milk fat samples contain.

Keywords: milk fat, heating rates, oxidation properties, melting point, differential scanning calorimetry (DSC).

References

1. Jensen, R. G., Newburg, D. S. (1995). Bovine Milk Lipids. *Handbook of Milk Composition*, 543–575. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-012384430-9/50024-x>
2. Gresti, J., Bugaut, M., Maniongui, C., Bezard, J. (1993). Composition of Molecular Species of Triacylglycerols in Bovine Milk Fat. *Journal of Dairy Science*, 76 (7), 1850–1869. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(93\)77518-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(93)77518-9)

3. Metin, S., Hartel, R. W. (2012). Milk Fat and Cocoa Butter. *Cocoa Butter and Related Compounds*, 365–392. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-9830791-2-5.50018-9>
4. Jensen, R. G., Clark, R. W. (1988). Lipid Composition and Properties. *Fundamentals of Dairy Chemistry*, 171–213. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-7050-9_4
5. Lopez, C., Bourgaux, C., Lesieur, P., Riaublanc, A., Ollivon, M. (2006). Milk fat and primary fractions obtained by dry fractionation. *Chemistry and Physics of Lipids*, 144 (1), 17–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2006.06.002>
6. Lopez, C., Briard-Bion, V., Camier, B., Gassi, J.-Y. (2006). Milk Fat Thermal Properties and Solid Fat Content in Emmental Cheese: A Differential Scanning Calorimetry Study. *Journal of Dairy Science*, 89 (8), 2894–2910. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72562-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72562-0)
7. Ostrowska-Ligeza, E., Brozio, S., Bryś, J., Głowacka, R., Górską, A., Mańko-Jurkowska, D., Wirkowska-Wojdyła, M. (2019). The assessment of oxidative stability and melting characteristic of palm oil and cocoa butter. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 596, 45–54. doi: <https://doi.org/10.22630/zppnr.2019.596.5>
8. Ten Grotenhuis, E., van Aken, G. A., van Malssen, K. F., Schenk, H. (1999). Polymorphism of milk fat studied by differential scanning calorimetry and real-time X-ray powder diffraction. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76 (9), 1031–1039. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0201-5>
9. Wright, A. J., Hartel, R. W., Narine, S. S., Marangoni, A. G. (2000). The effect of minor components on milk fat crystallization. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77 (5), 463–475. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0075-8>
10. Lopez, C., Riaublanc, A., Lesieur, P., Bourgaux, C., Keller, G., Ollivon, M. (2001). Definition of a model fat for crystallization-in-emulsion studies. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78 (12), 1233–1244. doi: <https://doi.org/10.1007/s11745-001-0419-4>
11. Saldana, M. D. A., Martinez-Monteagudo, S. I. (2013). Oxidative Stability of Fats and Oils Measured by Differential Scanning Calorimetry for Food and Industrial Applications. *Applications of Calorimetry in a Wide Context – Differential Scanning Calorimetry, Isothermal Titration Calorimetry and Microcalorimetry*. doi: <https://doi.org/10.5772/54486>
12. Bryś, J., Wirkowska, M., Górską, A., Ostrowska-Ligeza, E., Bryś, A., Koczoń, P. (2012). The use of DSC and FT-IR spectroscopy for evaluation of oxidative stability of interesterified fats. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 112 (1), 481–487. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-012-2794-4>
13. Boselli, E., Velazco, V., Fiorenza Caboni, M., Lercker, G. (2001). Pressurized liquid extraction of lipids for the determination of oxysterols in egg-containing food. *Journal of Chromatography A*, 917 (1-2), 239–244. doi: [https://doi.org/10.1016/s0021-9673\(01\)00688-4](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(01)00688-4)
14. Folch, J., Lees, M., Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226 (1), 497–509. doi: [https://doi.org/10.1016/s0021-9258\(18\)64849-5](https://doi.org/10.1016/s0021-9258(18)64849-5)
15. Wirkowska, M., Ostrowska-Ligeza, E., Górską, A., Koczoń, P. (2012). Thermal properties of fats extracted from powdered baby formulas. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 110 (1), 137–143. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-012-2245-2>
16. Sun, Y., Dai, C., Shi, S., Zheng, Y., Wei, W., Cai, D. (2018). Composition analysis and antioxidant activity of essential oils, lipids and polysaccharides in different phenotypes of *Lepidium meyenii*. *Journal of Chromatography B*, 1099, 25–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2018.09.010>
17. Chrostek, T. (2016). *The Influence of the Heating and Cooling Rates on the Temperature of the Phase Transitions*. Available at: https://depot.ceon.pl/bitstream/handle/123456789/10665/6_Chrostek.pdf?isAllowed=y&sequence=1
18. Armand, J. Y., Vergnaud, J. M. (1988). Effect of the value of heating rate in DSC on the kinetic parameters, when there is high enthalpy of reaction. *Thermochimica Acta*, 131, 15–27. doi: [https://doi.org/10.1016/0040-6031\(88\)80053-4](https://doi.org/10.1016/0040-6031(88)80053-4)
19. Mahieux, C. A. (2006). Effect of temperature on polymer matrix composites. *Environmental Degradation of Industrial Composites*, 17–83. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-185617447-3/50027-x>
20. Pardauli, J. J. R., Souza, L. K. C., Molfetta, F. A., Zamian, J. R., Rocha Filho, G. N., da Costa, C. E. F. (2011). Determination of the oxidative stability by DSC of vegetable oils from the Amazonian area. *Bioresource Technology*, 102 (10), 5873–5877. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.02.022>
21. Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., Vieira, J. (2008). Characterization of melting properties in dark chocolates from varying particle size distribution and composition using differential scanning calorimetry. *Food Research International*, 41 (7), 751–757. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.05.009>
22. Ostrowska-Ligeza, E., Marzec, A., Górską, A., Wirkowska-Wojdyła, M., Bryś, J., Rejch, A., Czarkowska, K. (2019). A comparative study of thermal and textural properties of milk, white and dark chocolates. *Thermochimica Acta*, 671, 60–69. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tca.2018.11.005>
23. Pan, P., Kai, W., Zhu, B., Dong, T., Inoue, Y. (2007). Polymorphous Crystallization and Multiple Melting Behavior of Poly(l-lactide): Molecular Weight Dependence. *Macromolecules*, 40 (19), 6898–6905. doi: <https://doi.org/10.1021/ma071258d>
24. Roy, S., Sarma, B., Nangia, A., Wagner, M., Riesen, R. (2007). The characterization of polymorphs by thermal analysis. *Mettler Toledo User Com.*, 25, 9–13. Available at: https://www.researchgate.net/publication/235333525_The_characterization_of_polymorphs_by_thermal_analysis
25. Kim, E. H.-J., Chen, X. D., Pearce, D. (2009). Surface composition of industrial spray-dried milk powders. 3. Changes in the surface composition during long-term storage. *Journal of Food Engineering*, 94 (2), 182–191. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.001>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.243069

RESEARCH OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BEETROOTS AS AFFECTED BY VACUUM MICROWAVE DRYING CONDITIONS

pages 40–45

Yan Liu, Postgraduate Student, Department of Engineering Technologies for Food Production, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine; School of Food and Biological Engineering, Hezhou University, Hezhou, China, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6322-7013>

Sergei Sabadash, PhD, Associate Professor, Department of Engineering Technologies for Food Production, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, e-mail: s.v.sabadash@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0371-8208>

Zhenhua Duan, PhD, Professor, School of Food and Biological Engineering, Hezhou University, Hezhou, China, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9283-3629>

The object of research is the beetroots, dried by vacuum microwave drying at different conditions. Physicochemical properties and antioxidant activity of beetroots were studied using vacuum microwave drying at different microwave power (500, 1000, and 1500 W), vacuum degree (−0.05, −0.07, and −0.09 MPa) and sample thickness (2, 4, and 6 mm). A colorimeter was used to evaluate the color quality of beetroots. Colorimetric methods were used to determine contents of betalain, ascorbic acid and total flavonoid, and antioxidant activity (ferric reducing antioxidant power assay) of beetroots.

Results showed that the drying time decreased with increasing microwave power and vacuum degree, while increased significantly with the increase of sample thickness. The lightness (L^*) of dried beetroots was higher than that of fresh beetroots. The values of redness (a^*) increased with the increase of vacuum degree. The values of yellowness (b^*) increased with the growth of vacuum degree and microwave power, while reduced as the sample thickness added. The total color difference (ΔE) of dried beetroots reduced with increasing vacuum degree, and displayed the lowest value (5.95) at a vacuum degree of −0.09 MPa as compared to fresh beetroots. The content of betacyanin, betaxanthin and ascorbic acid displayed a declining tendency with the growth of microwave power, while increased with the increase of vacuum degree. And the total flavonoid content of beetroots illustrated a decreasing tendency with the increase of vacuum degree, microwave power and sample thickness. The ferric reducing antioxidant power (FRAP) of dried beetroots decreased significantly with the increase of microwave power, and showed the highest value (14.70 mg trolox equivalents/g) at a microwave power of 500 W.

The most favorable conditions for vacuum microwave drying of beetroots were microwave power of 500 W, vacuum degree of −0.09 MPa and sample thickness of 2 mm. It leads to better physicochemical properties and higher antioxidant activity of dried beetroots. The dried beetroots can be used as functional foods and value-added food products.

Keywords: dried beetroots, vacuum microwave drying, betalain, total flavonoid, colorimetric methods, antioxidant activity.

References

- Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., Panghal, A. (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chemistry*, 272, 192–200. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.022>
- Paciulli, M., Medina-Meza, I. G., Chiavaro, E., Barbosa-Cánovas, G. V. (2016). Impact of thermal and high pressure processing on quality parameters of beetroot (*Beta vulgaris* L.). *LWT – Food Science and Technology*, 68, 98–104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.029>
- Fu, Y., Shi, J., Xie, S.-Y., Zhang, T.-Y., Soladoye, O. P., Aluko, R. E. (2020). Red Beetroot Betalains: Perspectives on Extraction, Processing, and Potential Health Benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (42), 11595–11611. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04241>
- Slavov, A., Karagoyozov, V., Denev, P., Kratchanova, M., Kratchanov, C. (2013). Antioxidant activity of red beet juices obtained after microwave and thermal pretreatments. *Czech Journal of Food Sciences*, 31 (2), 139–147. doi: <https://doi.org/10.17221/61/2012-cjfs>
- Hadipour, E., Taleghani, A., Tayarani-Najaran, N., Tayarani-Najaran, Z. (2020). Biological effects of red beetroot and betalains: A review. *Phytotherapy Research*, 34 (8), 1847–1867. doi: <https://doi.org/10.1002/ptr.6653>
- Nemzer, B., Pietrkowski, Z., Spórna, A., Stalica, P., Thresher, W., Michałowski, T., Wybraniec, S. (2011). Betalainic and nutritional profiles of pigment-enriched red beet root (*Beta vulgaris* L.) dried extracts. *Food Chemistry*, 127 (1), 42–53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.081>
- Scaman, C. H., Durance, T. D. (2005). Combined Microwave Vacuum-drying. *Emerging Technologies for Food Processing*, 507–533. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-012676757-5/50021-9>
- Bórquez, R. M., Canales, E. R., Redon, J. P. (2010). Osmotic dehydration of raspberries with vacuum pretreatment followed by microwave-vacuum drying. *Journal of Food Engineering*, 99 (2), 121–127. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.02.006>
- Shu, B., Wu, G., Wang, Z., Wang, J., Huang, F., Dong, L., Zhang, R., Wang, Y., Su, D. (2020). The effect of microwave vacuum drying process on citrus: drying kinetics, physicochemical composition and antioxidant activity of dried citrus (*Citrus reticulata* Blanco) peel. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14 (5), 2443–2452. doi: <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00492-3>
- Li, B., Fei, L., Liu, B., Nan, H. (2010). Microwave-vacuum drying characteristics and process optimization of *Agaricus bisporus* slices. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 26 (6), 380–384. doi: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2010.06.066>
- Monteiro, R. L., Link, J. V., Tribuzi, G., Carciofi, B. A. M., Laurindo, J. B. (2018). Microwave vacuum drying and multi-flash drying of pumpkin slices. *Journal of Food Engineering*, 232, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.03.015>
- Wang, J., Fang, X.-M., Mujumdar, A. S., Qian, J.-Y., Zhang, Q., Yang, X.-H., Liu, Y.-H., Gao, Z.-J., Xiao, H.-W. (2017). Effect of high-humidity hot air impingement blanching (HHAIB) on drying and quality of red pepper (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, 220, 145–152. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.200>
- Stintzing, F. C., Herbach, K. M., Mosshammer, M. R., Carle, R., Yi, W., Sellappan, S., Akoh, C. C., Bunch, R., Felker, P. (2004). Color, Betalain Pattern, and Antioxidant Properties of Cactus Pear (*Opuntia* spp.) Clones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (2), 442–451. doi: <https://doi.org/10.1021/jf048751y>
- De Souza, V. R., Pereira, P. A. P., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R., Queiroz, F. (2014). Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry*, 156, 362–368. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125>
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of «Antioxidant Power»: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239 (1), 70–76. doi: <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Tian, Y., Wu, S., Zhao, Y., Zhang, Q., Huang, J., Zheng, B. (2015). Drying Characteristics and Processing Parameters for Microwave-Vacuum Drying of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) Slices. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39 (6), 2620–2629. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12512>
- Ng, M. L., Sulaiman, R. (2018). Development of beetroot (*Beta vulgaris*) powder using foam mat drying. *LWT – Food Science and Technology*, 88, 80–86. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.032>
- Sremet (Ceclu), L., Nistor, O.-V., Andronoiu, D. G., Mocanu, G. D., Barbu, V. V., Maidan, A., Rudi, L., Botez, E. (2020). Development of several hybrid drying methods used to obtain

- red beetroot powder. *Food Chemistry*, 310, 125637. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125637>
19. Székely, D., Vidák, K., Furulyás, D., Ribárszki, Á., Stéger-Máté, M. (2019). Effect of drying methods on physicochemical parameters of different red beetroots (*Beta vulgaris* L.) species. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 63 (3), 485–490. doi: <https://doi.org/10.3311/PPch.13104>
20. Handwerk, R. L., Coleman, R. L. (1988). Approaches to the citrus browning problem. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36 (1), 231–236. doi: <https://doi.org/10.1021/jf00079a057>
21. Ravichandran, K., Saw, N. M. M. T., Mohdaly, A. A. A., Gabr, A. A. A., Kastell A., Riedel, H., Cai, Z. Z., Knorr, D., Smetanska, I. (2013). Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. *Food Research International*, 50 (2), 670–675. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.002>
22. Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Cap-sicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry*, 117 (4), 647–653. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.066>
23. Zielinska, M., Zielinska, D. (2019). Effects of freezing, convective and microwave-vacuum drying on the content of bioactive compounds and color of cranberries. *LWT–Food Science and Technology*, 104, 202–209. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.041>
24. Nguyen, T.-V.-L., Nguyen, Q.-N., Nguyen, P.-B.-D., Tran, B.-L., Huynh, P.-T. (2020). Effects of drying conditions in low-temperature microwave-assisted drying on bioactive compounds and antioxidant activity of dehydrated bitter melon (*Momordica charantia* L.), *Food Science and Nutrition*, 8 (7), 3826–3834. doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1676>



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.241142

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РУХУ ГРАНУЛ (ПРИЛІ) У ГРАНУЛЯЦІЙНІЙ БАШТІ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ сторінки 6–9

Скиданенко М. С., Склабінський В. І., Al-Khyatt Muhammad Nadhem, Нічволодін К. В.

Об'єктом дослідження є режим руху гранул мінеральних добрив, отриманих в баштах. Предметом дослідження є вплив фізико-хімічних властивостей гранул, їх розміру та початкових гідродинамічних показників на швидкість руху гранул у башті. Для тукової промисловості характерні високі вимоги до обсягів виробництва мінеральних добрив, що робить перспективним використання грануляційних установок великої одиничної потужності, баштове виробництво. Отриманий продукт повинен мати стабільний фізико-хімічний склад, бути монодисперсним зі сферичною формою гранул, що дозволяє проводити довгострокове зберігання насипом без використання допоміжного обладнання та відповідати світовим стандартам якості. Основним грануляційним обладнанням, що використовується в баштовому виробництві мінеральних добрив, є грануляційне обладнання розпилюючого типу. У таких баштах виникає імовірність перетину факелів гранул, потрапляння гранул на стінки грануляційної башти та налипання розплаву на цій поверхні в промислових умовах, що приводить до негативних наслідків. Тому визначення режимів руху гранул досі залишається важливим. В роботі були використані методи математичного моделювання руху гранул за різних умов. Для розв'язання рівнянь диференціальних рівнянь використовували чисельні методи. В результаті отримали рівняння для визначення складових швидкості по осям координат x та y . Розрахунок горизонтальної швидкості гранули та визначення часу її руху в робочій області грануляційної башти дозволяє визначити довжину шляху гранули в цьому напрямку, визначити діаметр факелу розпилю гранул. Дає інформацію по запобіганню потрапляння гранул на стінки грануляційної башти та налипання розплаву на цій поверхні в промислових умовах, що приводить до негативних наслідків. Величина швидкості, особливо для вертикальної складової, з часом у декілька разів змінює своє значення в наслідок зміни режиму руху гранул при руху від гранулятора до низу башти. Це вказує на необхідність також враховувати зміну величини коефіцієнта супротиву в часі. При отриманні рівнянь були використані спрощення, розглядався рух твердої гранули. Однак з гранулятора (диспергатора) рух починає крапля, яка потім кристалізується в гранулу. Порівнявши отримані результати, що дозволяють розрахунковим шляхом передбачити поведінку факелу розпилю гранул, з результатами, що отримані в промислових умовах, можна зробити висновок, що похибка отриманих рівнянь складає 10,5 %. Тому роботу над вдосконаленням отриманих рівнянь, що описують режим руху (швидкість) гранул, буде продовжено.

Ключові слова: грануляція, обертовий вібраційний гранулятор, монодисперсність, аміачна селітра, коефіцієнт опору, азотні добрива.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242865

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ВИПАЛУ НА ДІЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ ТИТАНАТУ БАРІЮ сторінки 10–13

Лісачук Г. В., Кривобок Р. В., Захаров А. В., Волощук В. В., Майстат М. С., Глінський Д. Ю., Коловоротний Б. В.

Об'єктом дослідної роботи є температура випалу керамічних матеріалів на основі титанату барію. В лабораторних умовах із сировинних матеріалів карбонату барію та діоксиду титану синтезовано титанат барію за керамічною технологією з урахуванням стехіометричного складу сполуки. З метою дослідження впливу температури випалу на властивості керамічного матеріалу обрано три температури: 1270, 1300 та 1350 °C. Фізичні властивості зразків (уявну густину, водопоглинання, відкриту пористість) визначали способом гідростатичного зважування у воді. Насичення зразків водою здійснювали після їх попереднього вакуумування. Діелектричні характеристики отриманих матеріалів вимірювали на автоматизованому приладі «E7-8CLR» (Україна) при частоті 1 кГц. Структурно-морфологічні особливості кераміки на основі синтезованого титанату барію досліджували методом прямої електронної растрової мікроскопії та за допомогою рентгенофазового аналізу. На підставі проведеного комплексу досліджень обрано технологічні параметри виробництва кераміки. Так, тривалість помелу на першому та другому етапах – 10 та 30 хв.; вологість прес-порошку – 8 %; тиск пресування – 20 МПа; температура першого випалу – 1000 °C; температура другого випалу – 1350 °C. Встановлено закономірність зміни діелектричної проникності від температури випалу кераміки на основі титанату барію. Досліджені зразки, отримані за наведеним технологічним режимом, характеризуються такими показниками: діелектрична проникність – 259,9; відкрита пористість – 0,02 %; водопоглинання – 0,01 %; уявна густина – 5,45 г/см³. Отриманий матеріал може бути використано для створення композиційних керамічних матеріалів, які захищають біологічні та технічні об'єкти від дії електромагнітного випромінювання, а також може застосовуватись для створення нових функціональних матеріалів для космічної, аерокосмічної, електронної техніки та у медицині.

Ключові слова: керамічна технологія, напівсухе пресування, термічне спікання, діелектрична проникність, уявна густина, відкрита пористість.

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.239112

АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМ БАЛАСТОМ сторінки 14–16

Тірон-Воробйова Н. Б., Даниляк А. Г.

Об'єктом дослідження є створений експериментально макет супутніх систем управління водним баластом (СУБВ) на базі Дунайського інституту Національного університету «Одеська морська академія» (м. Ізмаїл, Одеська область, Україна). Дослідження направлено на оцінку відповідності робочих циклів СУБВ стандарту якості баластних вод D-2 шляхом знезараження та очищення.

Одним із найбільш проблемних місць представленого дослідження є оновлення (придбання) окремої вузлової сегментації експериментальної СУБВ із залученням певного матеріального забезпечення (інвестування). Зокрема, це масштабування СУБВ, представлення на державному ринку України, зарубіжжя (конкуренція), якісна оцінка, сертифікація на рівні адміністрації морських портів України (АМПУ), реєстру морського судноплавства.

Усуненню вище поставлених «проблем-завдань» буде сприяти колективний науково-дослідницький супровід, думка та дієві кроки професіоналів-дослідників, зокрема, у морській індустрії (експерти IMO – International Maritime Organization, професори, академики ТАУ – Транспортної академії наук). Також, сумісний вклад значимих результатів досліджень в окремо стоячі орієнтовані проекти (європейські, українські) із залученням інвесторів, менторів, бізнесу морської галузі.

В ході дослідження використовувалися сучасні практики конструювання подібних супутніх СУБВ, посилаючись на інноваційні методи, методології глобального виробництва подібних конструкцій відомих світових брендів, наприклад, Alfa Laval, Wartsila, OceanSaver, Hyde Marine, Industrie de Nora та ін. Дослідниками якісно та послідовно було вивчено загальноприйнятну низку технологічних процесів щодо оброблення водного баласту, дотримуючись класичного аналітичного огляду літературних джерел та у сучасному висвітленні (стані) подібних стадій знезараження/очищення баластних вод.

Якісним вираженням отриманого результату є низка проведених досліджень знезараження/очищення морської заборотної води в лабораторних умовах на експериментальній СУБВ. Завдяки останньому забезпечується достовірність поданих даних, які збігаються (тотожні) із довірчими, встановленими стандартом якості БВ D-2, які вказано в обговоренні та висновках даної роботи.

Ключові слова: морська індустрія, баластні води, IMO Конвенція, стандарт D-2, супутні системи управління водним баластом.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242811

ВИДАЛЕННЯ ЙОНІВ ХРОМУ (VI) З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ сторінки 17–20

Обушенко Т. І., Толстопалова Н. М., Чир'єва М. Д.

Об'єктом дослідження є флотоекстракція йонів хрому (VI) з модельних та реальних стічних вод. Сполуки шестивалентного хрому представляють серйозну небезпеку для поверхневих і ґрунтових вод і можуть надавати мутагенну та канцерогенну дію на живі організми. Дослідження процесу флотоекстракції як методу очищення стічних вод від важких металів на прикладі йонів хрому (VI) є важливим завданням. У роботі розглянуто флотоекстракцію йонів хрому (VI) з використанням катіонної поверхнево-активної речовини (ПАР) – гексадецилпіридиніум хлориду та бутілового спирту в якості органічної фази. Отримано залежності ефективності процесу від присутності катіонної ПАР, часу флотоекстрагування, типу органічного екстрагенту, природи збирача та мольного співвідношення ПАР:Сг, вихідної концентрації політанту, рН вихідного розчину. Визначені раціональні умови флотоекстракції дозволяють видаляти 98–99,6 % політанту. Метод випробувано на реальних стічних водах.

Важливість проведеного дослідження підкреслюється тим, що флотоекстракція має ряд особливостей та переваг. Зокрема, можливість багатократного концентрування йонів забрудника у невеликих об'ємах органічного розчинника та можливість його подальшої регенерації. При цьому використовується значно менша кількість органічного розчинника та процес не лімітується константою розподілу (у порівнянні з методом екстракції). Флотоекстракція також характеризується відсутністю піни (у порівнянні з методом флотації) та відсутністю великих кількостей вологого осаду (у порівнянні з реагентним методом). Запропонований у роботі метод забезпечує достатній рівень очищення стічних вод від йонів хрому, а також може бути застосований в системах локального очищення стоків з наступним поверненням води у технологічний процес. Це забезпечить зниження витрат на споживання водних ресурсів, скидання стічних вод у водні об'єкти, а також обмежить потрапляння шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Ключові слова: іони хрому (VI), флотоекстракційне очищення стічних вод, гексадецилпіридиніум хлорид, бутіловий спирт.

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242280

ВИЗНАЧЕННЯ ТОВАРОЗНАВЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕМУЛЬСІЙ НА ОСНОВІ НИЗЬКОМЕТОКСИЛЬОВАНОГО ПЕКТИНУ ДЛЯ СТРАВ СИСТЕМИ «EAT HEALTHY» У РЕСТОРАННОМУ ГОСПОДАРСТВІ сторінки 21–25

Нікітіна Т. І., Манолі Т. А., Лебеденко Т. Є., Кожевнікова В. О.

Об'єктом дослідження є емульсії на основі низькометоксильованого яблучного пектину для страв системи «Eat Healthy» у ресторанному господарстві. Предметом дослідження є товарознавчі характеристики емульсій для страв системи «Eat Healthy». В ході дослідження використовувалися методи визначення товарознавчих характеристик на основі сенсорного та фізико-хімічного аналізу. Запропонований інгредієнтний склад емульсій на основі низькометоксильованого яблучного пектину дозволяє сформулювати не тільки високі споживні якості, а і надати цільовому продукту функціональні оздоровчі властивості. Сорбційна активність пектину дозволяє зв'язувати та виводити з організму важкі метали, радіонукліди, високу активність має видалення ізотопів стронцію. Як високогідрофільний, біосумісний біополімер рослинного походження – забезпечує високу в'язкість структури при невеликих концентраціях, має виражений нейтральний, приємний кислуватий присмак. Низькометоксильований яблучний пектин є одним з найпоширеніших гідроколоїдів, який використовують у технології продуктів з лікувально-профілактичними, сорбційними, антибактеріальними властивостями. Крім того, низькометоксильовані пектинові речовини є нешкідливим і економічним матеріалом, і можуть розглядатися як альтернатива антибіотикам і синтетичним консервантам, для запобігання бактеріального псування та подовження термінів зберігання оздоровчих продуктів для закладів громадського харчування з високими споживними властивостями. Визначено вплив технологічних властивостей низькометоксильованого пектину в процесі формування товарознавчих характеристик для харчових продуктів на основі емульсій у продуктах здорового харчування ресторанних закладів різних стилів та концепцій. Досліджувались зразки харчових емульсій з використанням різної кількості низькометоксильованого пектину, як стабілізатору для одержання седиментаційно стійкої емульсійної системи.

Використання низькометоксильованого яблучного пектину в складі харчових емульсій сприяє підвищенню агрегативної стійкості продукту, функціональних і товарознавчих характеристик. На підставі комплексного показника якості визначили раціональні параметри рецептури емульсії. Якісні споживні характеристики забезпечуються завдяки розміру часток уронідної складової розміром до 0,78–0,81 μm .

Ключові слова: товарознавчі характеристики, комплексні органолептичні показники, здорове харчування, низькометоксильований яблучний пектин, харчові емульсії.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242162

ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА КОНФІТЮРУ З ПЛОДОВООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ сторінки 26–28

Загоруйко О. Є., Черевко О. І., Загоруйко А. М., Ячєва М. О., Бондар М. М., Дудник С. О.

Об'єктом дослідження є спосіб виробництва конфітюру з плодовоовочевої сировини. Виробництво конфітюру за традиційними технологіями характеризуються втратами фізіологічно функціональних інгредієнтів сировини. Такі втрати можуть досягати до 60 % від вихідної кількості в залежності від рівня температурного режиму та терміну теплової обробки. Негативним явищем є також те, що в процесі зберігання готових конфітюрів спостерігається кристалізація цукру. Обладнання для реалізації традиційних процесів переробки плодів і овочів має високу продуктивність, недостатньо уніфіковане та при цьому незручне в експлуатації.

Уварювання традиційним способом реалізується за високотемпературних режимів, що призводить до зменшення вмісту функціонально фізіологічних інгредієнтів та харчової цінності отримуваних конфітюрів. Під час виробництва конфітюру на основі плодовоовочевої сировини використовували наступне рецептурне співвідношення компонентів: яблуко – 60 %; топінамбур – 25 %; кизил – 15 %. Вдосконалений спосіб характеризується щадними тепломасообмінними операціями, зокрема: підсушування здійснюється в інфрачервоній сушарці за температури 40–50 °C до вмісту сухих речовин 30–40 %. А також подальшим уварюванням маси у вакуум-випарному апараті на основі гнучкого плівкового резистивного електронагрівача випромінюючого типу (ГПРЕНВТ) при 50–60 °C. Використання в рецептурі інвертованого сиропу при уварюванні запобігає кристалізації цукру під час зберігання готового виробу. Аналіз кінетики нагрівання конфітюру з плодовоовочевої сировини підтверджує скорочення тривалості виходу на стаціонарний режим (55 °C) при використанні вакуум-випарного апарату на основі ГПРЕНВТ в 1,6 раз, в порівнянні з аналоговим апаратом. Таке апаратне-конструктивне рішення забезпечить зменшення витрати енергетичних ресурсів з одночасним підвищенням якісних характеристик виробів.

Ключові слова: виробництво конфітюру, підсушування в інфрачервоній сушарці, плодовоовочева сировина, уварювання маси, вакуум-випарний апарат.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.241149

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРОХМАЛІВ СЕРІЇ «ГЕЛАМІЛ» В ТЕХНОЛОГІЇ СУПІВ-ПЮРЕ сторінки 29–32

Андрєєва С. С., Ливоваров Е. П.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва супів-пюре із використанням модифікованих крохмалів серії «Геламіл». Однією із основних вимог до якості технології супів-пюре є створення плинної, рівномірної, тонкоподрібненої текстури, що відіграє особливу роль у органолептичній характеристиці продукції такого типу. Текстура продукту може бути відрегульована шляхом додавання рідко-киплячих модифікованих крохмалів. Крохмалі серії «Геламіл» представлено картопляним крохмалем зі зниженою в'язкістю та характеризуються як легко-текучий желуючий картопляний крохмаль, тобто крохмаль, розчин якого при високих температурах дає низьку в'язкість, а при застиганні – щільний гель.

Установлено гідродинамічні зміни параметрів крохмальних клейстерів на основі крохмалів серії «Геламіл» залежно від температури та виду крохмалю. Визначено, що крохмальні клейстери на основі крохмалів серії «Геламіл», в порівнянні із нативним картопляним крохмалем, мають нижчу температуру максимальної в'язкості від 47 ± 2 °C до 57 ± 2 °C, і утворюють при цьому клейстери із вязко-текучою текстурою. Досліджено ефективну в'язкість крохмальних клейстерів у залежності від вмісту крохмалів. Експериментально встановлено, що регулювання вмісту крохмалю дозволяє створювати крохмальні клейстери за різними текстурними властивостями. Для дисперсій в'язко-розріджених концентрація крохмалю становить від 1,0 до 3,0 %. Для в'язко-текучих дисперсій, що мають довгу текстуру, концентрація крохмалю становить від 3,5 до 5,0 %. Для в'язко-текучих дисперсій, що мають коротку текстуру, концентрація крохмалю становить від 5,5 до 7,0 %. За вмісту картопляного крохмалю нативного в системі більше 5,0 %, утворюється щільний клейстер із короткою текстурою. Встановлено, що для крохмальних клейстерів на основі крохмалів серії «Геламіл» відділення рідкої фази відбувається через дві години в незначній кількості. Досліджено багатоконпонентні модельні системи на основі овочевих, бобових пюре та крохмальних клейстерів. Визначено, що в залежності від виду овочевої та бобової сировини залежить використання крохмалів серії «Геламіл» різного виду та концентрації.

Ключові слова: крохмалі серії «Геламіл», крохмальні клейстери, ефективна в'язкість, багатоконпонентні модельні системи.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242180

РОЗРОБКА СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА ОЗДОРОВЧОГО НАПОЮ НА ОСНОВІ ФЕРМЕНТОВАНОГО СОКУ СТОЛОВОГО БУРЯКУ сторінки 33–35

Стеценко Н. О., Гойко І. Ю.

Об'єктом дослідження є спосіб виробництва ферментованого напою з натуральної сировини, споживання якого дозволить забезпечити організм людини пробіотиками, пребіотиками, вітамінами та антиоксидантами. В роботі використані загальнонаукові методи дослідження, зокрема, аналізу та синтезу, а також фізико-хімічні методи визначення складу та властивостей сировини, та готового продукту. Столовий буряк та його сік не достатньо використовують у харчовій та переробній промисловості, тому саме цей вид сировини має великі резерви та перспективи для створення продукції оздоровчого призначення. Робота направлена на удосконалення

способу отримання збродженого бурякового соку, збагаченого екстрактом імбиру. Для виробництва напою обрано коренеплоди сорту Циліндра, які мали найвищий вміст сухих речовин та цукрів, а також характеризувалися найкращою здатністю до зберігання з мінімальними втратами біологічно активних речовин. Встановлено, що при отриманні соку доцільно проводити оброблення подрібнених буряків пектолітичним ферментним препаратом Фруктоцим МА-Х-Прес (виробник Російська Федерація). Це дозволяє підвищити вихід соку на 14,9 %, кількість сухих речовин – на 2,1 % та вміст цукрів – на 1,7 %. Для збродження соку використовували бактеріальні препарати лакто- та біфідобактерій у кількості 5 % до маси сировини. Скважування проводили за температури 37 °C протягом 24 год. Встановлено, що при використанні препарату біфідобактерій *B. longum*, які мають хорошу стійкість у кислому середовищі, досягається більш висока швидкість сквашування. Для збагачення напою речовинами з антиоксидантними властивостями використовували екстракт кореню імбиру. Оздоровча дія ферментованого напою зумовлена використанням виключно натуральної рослинної сировини та застосуванням у технологічному процесі пробіотичних культур мікроорганізмів, які поліпшують роботу шлунково-кишкового тракту та є чинниками стимулювання імунітету.

Ключові слова: столовий буряк, буряковий сік, ферментований сік, екстракт імбиру, оздоровчий напій.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242804

АНАЛІЗ ТЕРМОГРАМ ДСК (ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА СКАНУЮЧА КАЛОРИМЕТРІЯ) МОЛОЧНОГО ЖИРУ сторінки 36–39

Maltam Shamilowa, Sevinj Hajiyeva

Об'єктом даного дослідження є окислювальні та плавильні властивості зразків молочного жиру при різних швидкостях нагрівання. Одним з найбільш проблемних питань є оцінка залежності температури та часу окислення від теплового потоку, а також оцінка відношення значень ентальпії до швидкості нагріву. Для комплексної оцінки окислювально-плавильних властивостей зразків молочного жиру на диференціальному скануючому калориметрі при різних швидкостях нагрівання необхідно провести експериментальні дослідження.

Аналіз проводився з використанням динамічного варіанта диференціальної скануючої калориметрії (ДСК) при наступних швидкостях нагріву зразка: 2,5, 4, 5, 7,5, 10, 12,5, 15 °C·хв⁻¹. Аналіз проводився на 14 зразках молочного жиру, таким чином, для кожної швидкості нагріву призначалися два зразка молочного жиру.

В результаті аналізу при збільшенні відповідних швидкостей нагрівання було виявлено, що окисні властивості молочного жиру залежать від швидкостей нагрівання при дослідженні ДСК. При термічному ДСК-аналізі початкова температура (T_s) (на вході), початкова температура (T_{on}) і максимальна температура піку теплового потоку (T_p) окислення поступово підвищувалися. Всі значення окислення поступово збільшувалися зі збільшенням швидкості нагріву, тільки значення T_{end} були пов'язані між усіма швидкостями нагрівання. Однак час окислення молочного жиру обернено пропорційний різним швидкостям нагрівання на ДСК. Ентальпія окислення розраховувалася також за швидкостями нагрівання. Маса зразків відрізняються один від одного, хоча і незначним чином, що може бути пояснено індивідуальним значенням ентальпії через дане співвідношення та тривалість екзотермічного впливу. Температура плавлення є важливим показником, що пояснює чистоту зразків. Крива плавлення зразків екстрагованого молочного жиру на ДСК характеризувалася ендотермічною поведінкою та спостерігалася з м'якими піками, першим і другим окремими піками через низкоплавкі триацилглицерини (з високим вмістом ненасичених жирних кислот) і високоплавких жирів, які є в молочному жирі.

У підсумку слід зазначити, що характеристики кривих окислення ДСК представляють собою температуру плавлення через хімічну структуру жирних кислот, що містяться в зразках молочного жиру.

Ключові слова: молочний жир, швидкість нагріву, окислювальні властивості, температура плавлення, диференціальна скануюча калориметрія (ДСК).

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.243069

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ БУРЯКА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ВАКУУМНОЇ МІКРОХВИЛЬОВОЇ СУШКИ сторінки 40–45

Yan Liu, Sergei Sabadash, Zhenhua Duan

Об'єктом дослідження є буряк, висушений методом вакуумної мікрохвильової сушки в різних умовах. Фізико-хімічні властивості та антиоксидантну активність буряка вивчали при вакуумній мікрохвильовій сушці за різних потужностей мікрохвиль (500, 1000 і 1500 Вт), ступенях вакууму (–0,05, –0,07 і –0,09 МПа) та товщинах зразка (2, 4 і 6 мм). Колориметр використовувався для оцінки якості кольору буряка. Колориметричні методи були використані для визначення вмісту беталаїна, аскорбінової кислоти та загальної кількості флавоноїдів, а також антиоксидантної активності (аналіз антиоксидантної здатності відновлення заліза) в буряках.

Результати показали, що час сушки зменшувався зі збільшенням потужності мікрохвиль і ступеня вакууму, в той час як час сушіння значно збільшувався із збільшенням товщини зразка. Яскравість (L^*) сушених буряків була вище, ніж у свіжих. Показники почервоніння (a^*) збільшувалися зі збільшенням ступеня вакууму. Значення жовтизни (b^*) збільшувалися з ростом ступеня вакууму та потужності мікрохвиль, та зменшувалися зі збільшенням товщини зразка. Загальна різниця в кольорі (ΔE) сушених буряків зменшувалася зі збільшенням ступеня вакууму, та мала найнижче значення (5,95) при ступені вакууму –0,09 МПа, в порівнянні зі свіжим буряком. Зміст беталаїну, бетаксантину та аскорбінової кислоти має тенденцію до зниження з ростом потужності мікрохвиль, і зростає зі збільшенням ступеня вакууму. І загальний вміст флавоноїдів в буряках демонструє тенденцію до зменшення зі збільшенням ступеня вакууму, потужності мікрохвиль і товщини зразка. Антиоксидантна здатність відновлення заліза (FRAP) сушених буряків значно знизилася зі збільшенням потужності мікрохвиль і показала найвище значення (14,70 мг ТЕ/г) при потужності мікрохвиль 500 Вт.

Найбільш сприятливими умовами для вакуумної мікрохвильової сушки буряка були мікрохвильова потужність 500 Вт, ступінь вакууму –0,09 МПа та товщина зразка 2 мм. Це призводить до кращих фізико-хімічних властивостей і вищої антиоксидантної активності сушених буряків. Сушений буряк може використовуватися для функціонального харчування та харчових продуктів з доданою вартістю.

Ключові слова: сушений буряк, вакуумна мікрохвильова сушка, беталаїн, загальний флавоноїд, колориметричні методи, антиоксидантна активність.